



УДК 621.313.3

К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С АСИМЕТРИЧНЫМ МАГНИТОПРОВОДОМ

TO MAKE THE REQUIRED LEVEL OF STARTING CHARACTERISTICS OF THE ASYNCHRONOUS MOTOR WITH THE ASYMETRIC MAGNETIC CORE

Саврулин Сергей Алексеевич, учащийся бакалавриата кафедры электрических машин, УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, E-mail: savrulin86@gmail.com.

Бакубаев Бауржан Турсынғалиевич, магистр, УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, E-mail: b.bakubaev@yandex.ru

Денисенко Виктор Иванович, профессор кафедры электрических машин, доктор технических наук, УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, E-mail: v.i.denisenko@urfu.ru

Мойсейченков Александр Николаевич, доцент кафедры электрических машин, кандидат технических наук, УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, E-mail: a.n.moiseichenkov@urfu.ru

Sergey A. Savrulin, a student of bachelor's degree department of electrical machines, UrFU named after the first President of Russia BN. Yeltsin. E-mail: savrulin86@gmail.com

Baurzhan T. Bakubaev, student master's degree, department of electrical machines, UrFU named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, Ekaterinburg, E-mail: b.bakubaev@yandex.ru.

Victor I. Denisenko, professor of Electrical Machines Department, Doctor of technical sciences, UrFU named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, Ekaterinburg, E-mail: v.i.denisenko@urfu.ru

Alexandr N. Moiseichenkov, assistant Professor of Electrical Machines Department, Candidate of Technical Sciences, URFU named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, Ekaterinburg, e-mail: a.n.moiseichenkov@urfu.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности конструкции асинхронного двигателя с асимметричным магнитопроводом (АДАМ). Даны рекомендации по улучшению пусковых характеристик АДАМ.

Abstract. Features of the design of an asynchronous motor with an asymmetric magnetic core are considered. Recommendations for improving the working and starting characteristics of ADAM are given.

Ключевые слова: асинхронный двигатель; асимметрия магнитопровода; рабочие и пусковые характеристики.

Key words: asynchronous motor; asymmetric magnetic core; working and starting characteristics.

В области производства и эксплуатации асинхронных двигателей малой и средней мощности, наиболее остро стоит проблема, касающаяся повышения надежности асинхронных, решение которой является сложной технической задачей. Для решения этой задачи на кафедре электрических машин УрФУ совместно с ЗАО «Уралэлектромаш» разработан новый асинхронный двигатель с разъемным асимметричным магнитопроводом (АДАМ) статора [1,2]. Испытания опытного образца показали, что двигатель имеет приемлемые рабочие характеристики и определенные перспективы для использования в электроприводе различного назначения.

Отличительной особенностью АДАМ по отношению к серийным асинхронным машинам является конструкция статора (рис. 1). Сердечник статора состоит из 6 модулей, число которых равно числу фазных зон двигателя.

Для упрощения технологии сборки статора двигателя, а также в целях интенсификации охлаждения разъем в ярме магнитопровода статора выполняется «в косой стык» на границах фазных зон. Это позволяет наматывать катушки статора непосредственно на тело зубца.

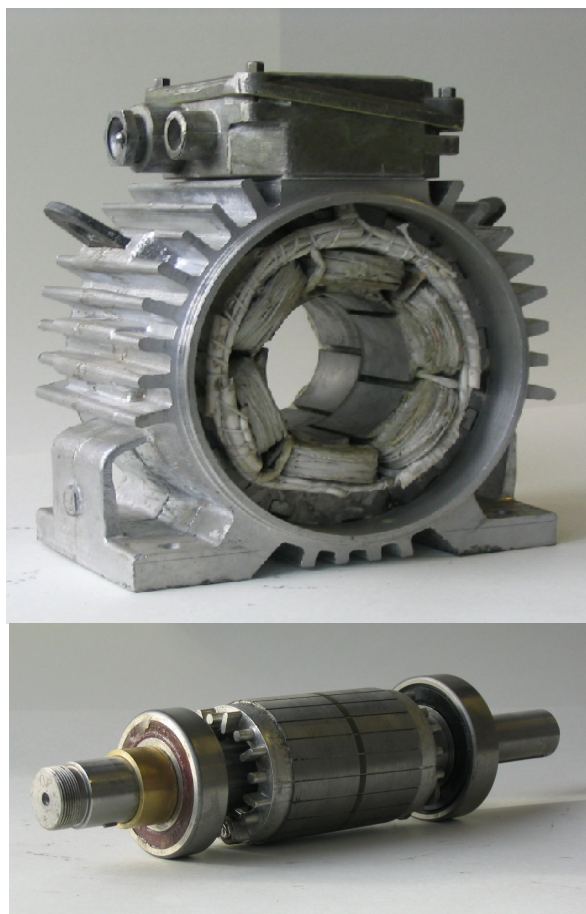


Рис. 1. Статор и ротор опытного образца АДАМ новой конструкции

Для повышения надёжности и срока службы в асинхронном двигателе с асимметричным магнитопроводом использована двухрядная сосредоточенная трёхфазная обмотка с укороченным шагом, равным $1/3$ полюсного деления. Применение сосредоточенной обмотки увеличивает число витков катушек, находящихся в одном пазу. Оба эти фактора приводят к увеличению индуктивного сопротивления рассеяния обмотки статора, которое может достигать 10-15% от сопротивления взаимной индукции. В двигателе с разъемным статором появляется новая составляющая потока рассеяния осевого направления [3]. Для уменьшения влияния этого потока между двумя половинами сердечника статора размещается немагнитная прокладка.

Повышенное значение индуктивного сопротивления рассеяния обмотки статора приводит к снижению перегрузочной способности и пускового момента. При работе АДАМ в составе регулируемого привода от преобразователя частоты это не является существенным ограничением использования АДАМ. В случае работы двигателя от сети необходимо обеспечить требуемые значения перегрузочной способности и пускового момента. Эта задача решается на стадии проектирования АДАМ.

Для увеличения перегрузочной способности и пускового момента электромагнитный расчет АДАМ выполняется при пониженном значении напряжения и повышенном значении тока обмотки статора, а расчет рабочих и пусковых характеристик, а также дальнейшая работа двигателя при эксплуатации осуществляется при стандартном номинальном напряжении сети. Такой подход позволяет компенсировать влияние повышенного индуктивного сопротивления рассеяния обмотки статора.

В табл. 1 и 2 и на рис. 2 приведены некоторые результаты расчетов АДАМ мощностью 1.5 кВт, 3000 об/мин. Электромагнитный расчет выполнен по оригинальной методике, разработанной на кафедре электрических машин УрФУ. Расчет рабочих и пусковых характеристик выполнен в 2-х вариантах: по стандартной методике на основе электрической Г – образной схемы замещения асинхронного двигателя, а также по оригинальной методике расчета рабочих и пусковых характеристик на основе электрической Т-образной схемы замещения, разработанной для АДАМ с учетом аксиальной несимметрии магнитной цепи сердечника статора. Результаты расчета механической характеристики по Т-образной схеме замещения приведены на рис. 3.

Как показали приведенные результаты, выполнение электромагнитного расчета статора при пониженном напряжении обмотки статора позволяет обеспечить необходимые уровни перегрузочной способности и пускового момента АДАМ без ухудшения энергетических показателей машины.

Более того, при таком подходе происходит некоторое увеличение КПД. Однако улучшение эксплуатационных показателей удалось достичь в результате увеличения расхода электротехнической стали и обмоточной меди в пределах (10 - 15) %.

Расчеты перегрузочной способности и пускового момента АДАМ, выполненные по Т-образной схеме замещения, дали еще больший эффект по улучшению эксплуатационных характеристик. В связи с этим необходима экспериментальная проверка разработанных методик как электромагнитного расчета, так и расчета рабочих и пусковых характеристик.

Таким образом, асинхронный двигатель с асимметричным магнитопроводом, имеющий простейшую конструкцию обмотки статора, при сохранении энергетических показателей на уровне серийных машин может стать перспективным для применения как в регулируемом, так и в нерегулируемом приводе в тяжелых условиях эксплуатации, где требуется высокая надежность и длительный срок службы, а также в экстремальных условиях воздействия радиационных полей и высоких температур.

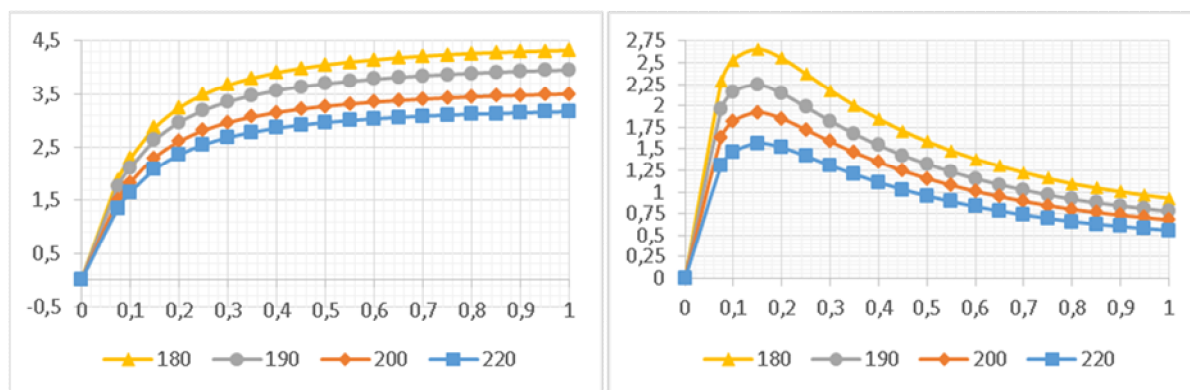


Рис. 2. Пусковые характеристики АДМ при работе в сети с номинальным напряжением при разных расчетных значениях напряжения (Г – образная схема замещения)

Таблица 1.

Сравнение массы стали сердечника АДМ с серийной машиной

Параметры	D_a , м	Z_1	l_δ , м	d , мм	$m_{ст}$, кг	$m_{медь}$, кг
4А80В4У3	0.074	24	0,098	0.8	6,989	1.350
АДМ 220В	0.073	6	0,096	0.8	11,035	1,475
АДМ 200В	0.073	6	0,096	0,9	11,035	1,593
АДМ 190В	0.073	6	0,106	0.9	12,374	1,568
АДМ 180В	0.073	6	0,116	0.95	12,61	1,664

Таблица 2.

Результаты расчетов

$U_{рас}$, В	P_1 , кВт	$I_{ном}$, А	I_{xx} , А	η , %	$\cos(\varphi)$	$\eta^* \cos(\varphi)$	K_n	K_m
4А80В4У3	1.85	3.5	-	0.77	0.83	0.639	1.8	2
220	1,856	3,538	1,403	0,809	0,795	0,643	0,56	1,568
200	1,826	3,424	1,566	0,834	0,796	0,664	0,68	1,923
190	1,789	3,404	1,706	0,839	0,796	0,668	0,779	2,246
180	1,751	3,353	1,77	0,858	0,791	0,679	0,929	2,658

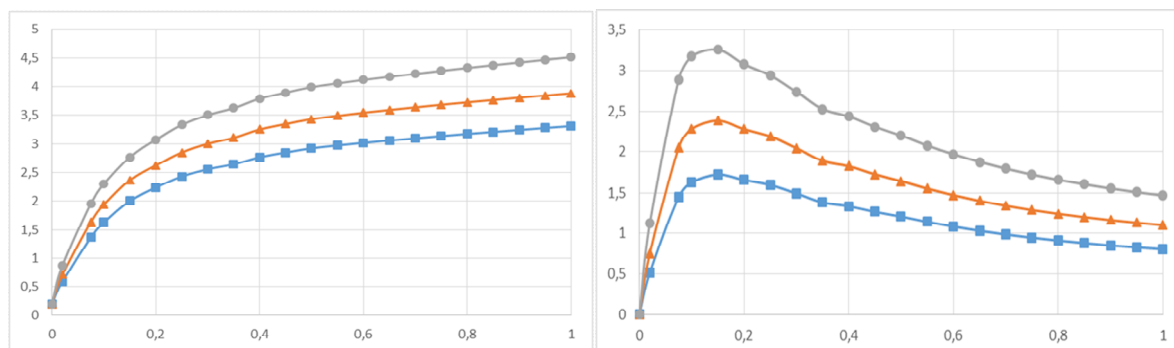


Рис. 3. Механические характеристики АДМ при работе в сети с номинальным напряжением при разных расчетных значениях напряжения (т – образная схема замещения): 220 В, 200 В, 180 В.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакубаев Б. Т. Особенности конструкции опытного образца асинхронного двигателя с асимметричным магнитопроводом / Б. Т. Бакубаев, В. И. Денисенко, А. Т. Пластун // Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии: сборник докладов 3-ей Международной конференции в рамках выставки «Энергосбережение, отопление, вентиляция, водоснабжение» (Екатеринбург, 15-17 мая 2013 г.). - Екатеринбург: УрФУ, 2013. С. 164-167. ISBN 9785321022849.
2. Bakubaev Baurzhan. Developing a highly reliable asynchronous motor with an asymmetric magnetic core for special operating conditions / Baurzhan Bakubaev, Viktor Denisenko, Vladimir Nedzelskiy. // Selected, Peer reviewed papers from the International Conference for Young Scientists “ELECTRICAL ENGINEERING. ELECTROTECHNOLOGY. ENERGY”, June 9 – 12, 2015, Novosibirsk, Russia. Applied Mechanics and Materials. Vol. 792, pp. 90 – 94, Sep. 2015. ISBN – 13: 978-3-03835-548-9. DOI: 10.4028/www.scientific.net / AMM.772.90.
3. Бакубаев Б. Т. Расчет пространственной схемы замещения магнитной цепи асинхронного двигателя с асимметричным магнитопроводом / Б. Т. Бакубаев, В. И. Денисенко // В сборнике: Труды первой научно-технической конференции молодых ученых Уральского энергетического института Ответственный редактор А. В. Костылев. 2016.- С. 244 - 247.